

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-224938

(43) 公開日 平成11年(1999) 8月17日

(51) Int.Cl.⁶

識別記号

F I

H 0 1 L 27/108
21/8242

H 0 1 L 27/10

6 2 1 C
6 5 1

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願平10-339477

(22) 出願日 平成10年(1998)11月30日

(31) 優先権主張番号 特願平9-333985

(32) 優先日 平9(1997)12月4日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000005223

富士通株式会社

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
1号

(72) 発明者 内山 雄司

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
1号 富士通株式会社内

(72) 発明者 筑根 敏弘

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
1号 富士通株式会社内

(74) 代理人 弁理士 岡本 啓三

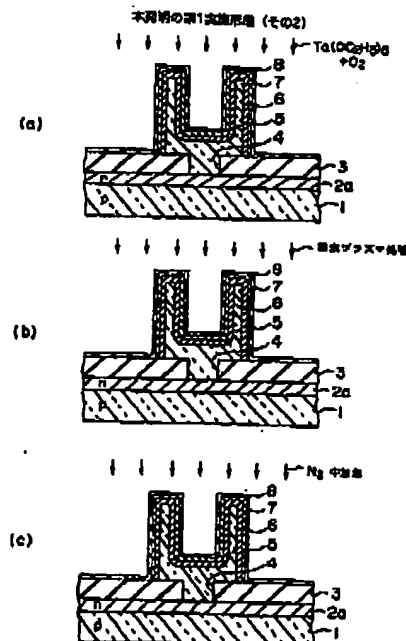
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 半導体装置及びその製造方法

(57) 【要約】

【課題】本発明は、酸化物をキャパシタ誘電体膜とする半導体記憶装置のMIM型キャパシタを形成する方法に関し、電極と酸化物誘電体膜との反応を防止するとともに酸化タンタル膜から上下電極への酸素の拡散を阻止すること。

【解決手段】半導体基板1に接続される半導体膜5を形成する工程と、タングステン含有ガスを用いて前記半導体膜5と反応させて前記半導体膜5の表面に選択的にタングステン膜6よりなる下部電極を形成する工程と、窒素ガス又は窒素含有ガスを用いて前記タングステン膜6の表面を窒化して窒化タングステン膜7を形成する工程と、前記窒化タングステン膜7上に酸素を含むキャパシタ誘電体膜8を形成する工程と、前記キャパシタ誘電体膜8を酸素含有ガス中で加熱処理する工程と、前記キャパシタ誘電体膜8上に導電膜9からなる上部電極を形成する工程とを含む。



(2)

特開平11-224938

1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 半導体基板に接続される不純物含有の半導体膜を形成する工程と、
タングステン含有ガスを用いて前記半導体膜と反応させて前記半導体膜の表面に選択的にタングステン膜よりなるキャパシタの下部電極を形成する工程と、
窒素ガス又は窒素含有ガスを用いて前記タングステン膜の表面に窒化タングステン膜を形成する工程と、
前記窒化タングステン膜上に酸素化合物よりなるキャパシタ誘電体膜を形成する工程と、
前記キャパシタ誘電体膜を酸素含有ガス中で加熱処理する工程と、
前記キャパシタ誘電体膜上に導電膜からなる前記キャパシタの上部電極を形成する工程とを有することを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項2】 半導体基板の不純物拡散領域と接続する不純物含有の半導体膜と、
前記半導体膜上にキャパシタの下部電極として形成されたタングステン膜と、
前記タングステン膜上に形成された窒化タングステン膜と、
前記窒化タングステン膜上に形成された酸素を含むキャパシタ誘電体膜と、
前記キャパシタ誘電体膜上に形成された導電膜からなる前記キャパシタの上部電極とを有することを特徴とする半導体装置。

【請求項3】 不純物を導入したシリコン又はシリコン化合物よりなる半導体膜を半導体基板に接続させて形成する工程と、
還元ガスを含まない雰囲気内に高融点金属ハロゲン化物ガスを導入して、該雰囲気内で前記半導体膜の表面に選択的に高融点金属膜を形成する工程と、
前記高融点金属膜の表面を窒化して高融点金属窒化膜を形成する工程と、
4A族元素、5A族元素の酸化物誘電体膜を前記高融点窒化膜の上に形成する工程と、
前記酸化物誘電体膜を500℃以上の熱処理で結晶化する工程とを有することを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項4】 前記半導体膜内の前記不純物の濃度は、 1.5×10^{17} atoms/cm²以上であることを特徴とする請求項3記載の半導体装置の製造方法。

【請求項5】 前記酸化物誘電体膜を結晶化する工程の前か後に、前記酸化物に酸素を補う工程を含むことを特徴とする請求項3記載の半導体装置の製造方法。

【請求項6】 前記半導体膜は、非晶質又は多結晶であることを特徴とする請求項3記載の半導体装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

2

【発明の属する技術分野】本発明は、半導体装置及びその製造方法に関し、より詳しくは、高誘電率膜からなるMIM (Metal-Insulator-Metal)型キャパシタを有する半導体装置及びその製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】DRAM (Dynamic Random Access Memory)のようなキャパシタを有する半導体記憶装置では、素子の高集積化に伴い、キャパシタの微細化が望まれている。このため、キャパシタ絶縁膜として高誘電率を有する材料、例えば、酸化タンタル (Ta₂O₅) 等が用いられるようになってきている。

【0003】キャパシタは下部電極と誘電体膜 (キャパシタ絶縁膜) と上部電極とで構成される。また、キャパシタの構造として、平板型のほか、集積度に優れたシリンドリク型等がある。平板型のキャパシタは、例えば特開平2-226754号公報、特開平6-275776号公報や特開平3-136361号公報、特開平8-139288号公報に開示されている。

【0004】特開平2-226754号公報や特開平6-275776号公報に開示されているように、キャパシタの下部電極は半導体基板の不純物拡散領域と接続されるため、不純物拡散領域が浅く形成されるようになってくると、下部電極は半導体基板と同じ材料であるシリコン膜で形成されることが多くなっている。また、キャパシタがシリンドリク型の場合に、下部電極を筒型形状にするための加工の容易性を考慮すると、下部電極の構成材料としてタングステン (W) は適当ではなく、殆どの場合ポリシリコンが用いられる。

【0005】さらに、キャパシタ絶縁膜として酸化タンタル膜を用いる場合には、酸化タンタル膜の膜質を改善するために酸化タンタル膜を加熱して再酸化する方法を採用することが行われる。また、下部電極としてポリシリコン膜を用いている場合、上記加熱の際にポリシリコン膜と酸化タンタル膜とが反応してキャパシタ絶縁膜のリーク電流が増大するおそれがある。また、ポリシリコン膜表面に誘電率が低い自然酸化膜が形成されて容量低下を引き起こすこともある。

【0006】特開平2-226754号公報では、リーク電流の増大や容量の低下を防止するために、下部電極と接する側のキャパシタ絶縁膜として高誘電率の材料である酸化タングステン (WO₃) 膜を用いている。この場合、上部電極としてタングステン膜が用いられている。

【0007】また、特開平6-275776号公報では、リーク電流を防止するために、酸化タンタル膜と接する上部電極として窒化タングステン (WN) 膜が適用されている。この場合、下部電極としてポリシリコン膜が用いられており、ポリシリコン膜と酸化タンタル膜との間にシリコン酸化膜が介在している。

【0008】特開平3-136361号公報では、下部電極及び上部電極とともにタングステン膜が用いら

50

(3)

特開平11-224938

3

れている。この場合、半導体基板を構成するシリコンと下部電極を構成するタングステン膜との反応を防止するために、下部電極と半導体基板との間に窒化タングステンを介在させている。

【0009】特開平8-139288号公報では、下部電極としてアモルファスシリコンを用い、その下部電極の上にタングステン膜、酸化 tantalum 誘電体膜を形成し、さらに、酸化 tantalum 誘電体膜の上に窒化チタンよりなる上部電極を形成し、これによりキャパシタを形成することが記載されている。この場合のタングステン膜の選択成長においては、タングステン・ハロゲン化ガスの他にシラン (SiH₄) ガスのような還元ガスを一緒に用いる工程を含んでいる。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】ところで、特開平2-226754号公報に記載されているように、ポリシリコン膜と酸化 tantalum 膜の間に酸化タングステン膜を介在すると、酸化タングステン膜とポリシリコン膜の界面のリーク電流が増えるおそれがある。

【0011】また、特開平2-275776号公報に記載されているように、ポリシリコンよりなる下部電極と酸化 tantalum 膜との間にシリコン酸化膜が介在すると、キャパシタ全体としての容量が低下する原因となる。

【0012】また、酸化 tantalum 膜中の酸素がシリコン酸化膜を通して下部電極のポリシリコン中に拡散すると、酸化 tantalum 膜が劣化したり、或いはシリコン酸化膜やポリシリコン膜中のシリコンと酸化 tantalum 膜とが反応してリーク電流が増加する原因になる。

【0013】また、特開平3-136361号公報に記載されているように、下部電極、上部電極をタングステン膜から形成すると、シリンダ型などのように複雑な形状をしたキャパシタを作成するには不適當である。

【0014】さらに、特開平8-139288号公報に記載されているように、シリコンよりなる下部電極の上にタングステン膜、酸化 tantalum 誘電体膜、窒化 tantalum 膜を形成してキャパシタを構成する場合には、酸化 tantalum 誘電体膜の結晶性改善のための加熱処理や tantalum の熱窒化処理など、500℃以上の熱処理を行うと、その熱処理によってタングステン膜がシリサイド化してしまう。そして、タングステン膜がシリサイド化すると、タングステン膜中のシリコンと酸化 tantalum 誘電体膜中の酸素とが反応して酸化 tantalum 誘電体膜とタングステン膜の間に酸化シリコン (SiO₂) が生成されてしまう。その酸化シリコンは酸化 tantalum に比べて誘電率が低いので、キャパシタの容量を低下させてしまう。

【0015】そのような酸化シリコンの生成を防止するために熱処理の温度を500℃未満と低くすることも考えられるが、キャパシタ内のリーク電流を十分に抑制する程度まで酸化 tantalum 誘電体膜の結晶性が改善されない。

4

【0016】本発明の目的とするところは、上下電極と酸化 tantalum 膜との反応を防止するとともに酸化 tantalum 膜中の酸素の上下電極への拡散を阻止することができる半導体装置及びその製造方法を提供するものである。

【0017】

【課題を解決するための手段】(1) 上記した課題は、図1〜図3に例示するように、半導体基板1に接続される半導体膜5を形成する工程と、タングステン含有ガスを用いて前記半導体膜5と反応させて前記半導体膜5の表面に選択的にタングステン膜6よりなるキャパシタの下部電極を形成する工程と、窒素ガス又は窒素含有ガスを用いて前記タングステン膜6の表面を窒化して窒化タングステン膜7を形成する工程と、前記窒化タングステン膜7上に酸素を含むキャパシタ誘電体膜8を形成する工程と、前記キャパシタ誘電体膜8を酸素含有ガス中で加熱処理する工程と、前記キャパシタ誘電体膜8上に導電膜9からなる前記キャパシタの上部電極を形成する工程とを有することを特徴とする半導体装置の製造方法によって解決される。

【0018】また、上記した半導体装置の製造方法において、前記窒素含有ガスは、窒素、モノメチルヒドラジン、ジメチルヒドラジン或いはアンモニアガス又はそれらのプラズマ化ガスであることを特徴とする。

【0019】また、上記した半導体装置の製造方法において、前記窒化タングステン膜7を形成する工程の後、前記窒化タングステン膜7を酸素ガス又は酸素含有ガスに曝して前記窒化タングステン膜7中に酸素を含有させることを特徴とする。

【0020】また、上記した半導体装置の製造方法において、前記キャパシタ誘電体膜8は、酸化 tantalum を含む膜であることを特徴とする。

【0021】また、上記した半導体装置の製造方法において、前記金属膜9は、前記キャパシタ誘電体膜8上の窒化タングステン含有膜の単層、あるいは窒化タングステン含有膜を含む多層からなることを特徴とする。

【0022】または、上記した課題は、図3に例示するように、半導体基板1の不純物拡散領域2aと接続する不純物含有の半導体膜5と、前記半導体膜5上にキャパシタの下部電極として形成されたタングステン膜6と、前記タングステン膜6上に形成された窒化タングステン膜7と、前記窒化タングステン膜7上に形成された酸素を含むキャパシタ誘電体膜8と、前記キャパシタ誘電体膜8上に形成された導電膜9からなる前記キャパシタの上部電極9とを有することを特徴とする半導体装置によって解決される。

【0023】上記した課題は、不純物を含む半導体膜を形成する工程と、前記半導体膜の上に高融点金属膜を形成する工程と、前記高融点金属膜の上に高融点金属窒化膜を形成する工程と、前記高融点金属窒化膜の上に酸化膜を形成する工程とを有することを特徴とする半導体装

面の製造方法によって解決される。

【0024】次に、上記した発明の作用について説明する。

【0025】本発明においては、酸素を含むキャパシタ誘電体膜と接する下部電極の導電膜として窒化タングステン膜を形成している。

【0026】窒化タングステン膜を形成する方法として、タングステン含有ガスと半導体とを反応させてタングステン膜を形成し、さらにタングステン膜を酸素に曝す方法を採用する。

【0027】このような窒化タングステン膜は、下部電極上に酸素を含むキャパシタ誘電体膜を形成した後にキャパシタ誘電体膜を加熱処理したときに、酸素に対する障壁層として機能する。このため、キャパシタ誘電体膜、例えば、酸化タンタル膜から周辺部への酸素の拡散が抑制されるので、酸化タンタル膜中の酸素の量が確保され、従って、その膜質が保持される。

【0028】また、キャパシタの下部電極の基体部分に半導体膜を用いているので、キャパシタとしてシリンド型のような複雑な構造のものを比較的容易に作成することができる。

【0029】これにより、複雑な構造のキャパシタを作成することができるとともに、キャパシタ全体のリーク電流を抑制することができる。

(2) 上記した課題は、図12、図13に例示するように、不純物を導入したシリコン又はシリコン化合物よりなる半導体膜13を半導体基板11に接続させて形成する工程と、還元ガスを含まない雰囲気内に高融点金属ハロゲン化物ガスを導入して、該雰囲気内で前記半導体膜13の表面に選択的に高融点金属膜14を形成する工程と、前記高融点金属膜14の表面を窒化して高融点金属窒化膜15を形成する工程と、4A族元素又は5A族元素の酸化物誘電体膜16を前記高融点窒化膜15の上に形成する工程と、前記酸化物誘電体膜16を500℃以上の熱処理で結晶化する工程とを有することを特徴とする半導体装置の製造方法によって解決される。

【0030】上記した半導体装置の製造方法において、前記半導体膜13内の前記不純物の濃度は 1.5×10^{17} atoms/cm³以上であることを特徴とする。

【0031】また、上記した半導体装置の製造方法において、前記酸化物誘電体膜16を結晶化する工程の前か後に、前記酸化物に酸素を補う工程を含むことを特徴とする。この場合、前記酸化物誘電体膜16への前記酸素の補給は、酸素プラズマ又は紫外線オゾンの雰囲気中で行ってもよい。

【0032】また、上記した半導体装置の製造方法において、前記半導体膜13は、非晶質又は多結晶であることを特徴とする。

【0033】また、上記した半導体装置の製造方法において、前記高融点金属ハロゲン化物ガスは、六フッ化タ

ングステンガスであることを特徴とする。

【0034】また、上記した半導体装置の製造方法において、前記高融点ハロゲン化物ガスは、希ガスをキャリアガスとして前記雰囲気内に導入されることを特徴とする。希ガスとして、例えばヘリウム、アルゴンなどの希ガスがある。

【0035】また、上記した半導体装置の製造方法において、前記高融点ハロゲン化物ガスは窒素ガスをキャリアガスとして前記雰囲気内に導入されることを特徴とする。

【0036】また、上記した半導体装置の製造方法において、前記還元ガスはシリコン化合物ガスであることを特徴とする。

【0037】上記した課題は、図21に例示するように、不純物を含む半導体膜を形成する工程と、前記半導体膜の上に高融点金属膜を形成する工程と、前記高融点金属膜の上に高融点金属窒化膜を形成する工程と、前記高融点金属窒化膜の上に金属膜を形成する工程とを有することを特徴とする半導体装置の製造方法によって回折する。この場合、前記高融点金属膜はタングステン膜であり、前記高融点金属窒化膜は窒化タングステン膜であり、前記金属膜は、ルテニウムであってもよい。

【0038】次に、本発明の作用について説明する。

【0039】本発明は、不純物を含むシリコンよりなる半導体膜の上に高融点金属膜を形成する場合に、シリコン化合物ガスのような還元ガスを含まない雰囲気中で高融点金属ハロゲン化物ガスをを用いるようにした。このような方法で形成された高融点金属膜は、その後の500℃以上の加熱工程において、半導体膜の構成元素と反応し難くなり、高融点金属膜の半導体との化合物が生成されない。その半導体膜に含まれる不純物含有濃度は、

1. 5×10^{17} atoms/cm³ 以上である。

【0040】したがって、高融点金属膜を窒化して得られた高融点窒化膜に半導体元素が含まれなくなるので、その高融点金属窒化膜の上の酸化物誘電体膜の形成時又はその後に500℃で加熱されても、高融点金属窒化膜と酸化物誘電体膜の間に低誘電率の酸化半導体膜、例えば酸化シリコンの形成が防止される。

【0041】これにより、上部電極と下部電極の間の誘電率の低下が阻止され、キャパシタ容量の低下が防止される。

【0042】また、キャパシタ以外の構造において、そのような高融点金属膜とその窒化膜をシリコン膜とその上の金属膜の間に形成することによって、高融点金属膜とその窒化膜はバリアメタルとなる。

【0043】

【発明の実施の形態】以下に、本発明の実施の形態について図面を参照しながら説明する。

(第1の実施の形態) 図1(a)～(c)、図2(a)～(c)は本発明の第1の実施の形態に係るシリンド型のキャパ

(5)

特開平11-224938

7

8

シタの作成方法について示す断面図である。

【0044】図1(a)は、キャパシタの下部電極となるポリシリコン膜が加工形成された後の状態を示す。図1(a)に示すように、シリコン基板1の表層にソース拡散領域2aが形成され、その上にシリコン酸化膜3が形成されている。ソース拡散領域2a上のシリコン酸化膜3にはコンタクトホール4が形成され、このコンタクトホール4を通してソース拡散領域2aと接続するように、下部電極となるポリシリコン膜5が形成されている。ポリシリコン膜5中にはn型不純物であるリンがドーパされ、円筒状に加工されている。

【0045】円筒状のポリシリコン膜5は、例えば次のような工程で形成される。

【0046】シリコン酸化膜3の上に窒化シリコン膜Aを形成し、その上にPSG膜Bを形成する。その後、PSG膜B、窒化シリコン膜Aに開口Hを形成する。ついでPSG膜Bの上面と開口Hの内周及び底の上にポリシリコン膜5を形成する。そして、PSG膜Bの上面上のポリシリコン膜5を研磨によって除去した後PSG膜Bを選択的に除去し、続いて窒化シリコン膜Aを選択的に除去する。これによって、ポリシリコン膜5は円筒形状になる。

【0047】このような状態で、まず、図1(b)に示すように、シリコン基板1を温度300℃に加熱し、流量100sccmのキャリアガスHe(ヘリウム)に流量2sccmの反応ガスWF₆(六フッ化タングステン)ガスを含ませて流し、シリコン基板1の周辺部のガス圧力を500mTorrに保持する。ポリシリコン膜5の表面で、次のような化学反応が起こり、ポリシリコン膜5の表面にタングステン(W)膜6が選択形成される。

【0048】 $\text{Si} + \text{WF}_6 \rightarrow \text{W} + \text{SiF}_4$
この状態を120秒間保持し、膜厚10~20nmのタングステン膜6をCVD法により形成する。

【0049】次いで、タングステン膜6の表面に自然に形成された酸化膜を除去する処理(希HF処理1%30秒)し、ついで、水洗を行った後、図1(c)に示すように、シリコン基板1を温度500℃に加熱し、流量100sccmのジメチルヒドラジン(DMH)を流して、シリコン基板1の周辺部のガス圧力を1Torrに保持する。タングステン膜6の表面が窒化しはじめ、窒化タングステン(WN_x)が形成される。この状態を120秒間保持し、膜厚2~3nmのWN_x膜7を形成する。これらシリコン膜5、W膜6及びWN_x膜7により、下部電極101が構成される。

【0050】続いて、図2(a)に示すように、図1(c)のシリコン基板1を温度400℃に加熱し、流量0.1ml/分のTa(OC₂H₅)₅ガスと流量1slmのO₂ガスの混合ガスを流して、シリコン基板1の周辺のガス圧力を1Torrに保持する。この状態を適当な時間保持して、膜厚約8nmのTa₂O₅膜8をCVD法

により形成する。

【0051】次いで、図2(b)に示すように、シリコン基板1を温度400℃に加熱したまま、O₂ガスを流して圧力を1Torrに保持し、O₂ガスをプラズマ化する。この酸素プラズマにより、Ta₂O₅膜8に酸素を供給する。続いて、図2(c)に示すように、基板温度を温度750℃に保持して、N₂ガス雰囲気中でTa₂O₅膜8を加熱して結晶化する。これにより、Ta₂O₅膜8の酸素密度が高くなり、かつ膜質が改善される。

【0052】このとき、Ta₂O₅膜8の下側にWN_x膜7が存在し、WN_x膜7により酸素に対するバリア性を高めているので、Ta₂O₅膜8から下方への酸素の拡散が防止される。従って、Ta₂O₅膜8の膜質を良い状態のまま保持することができる。

【0053】次に、CVD成膜室内に置かれたシリコン基板1を図3に示すように温度400℃に加熱し、流量10sccmのWF₆ガスと流量5sccmのNH₃ガスの混合ガスをCVD成膜室内に流し、シリコン基板1の周辺のガス圧力を500mTorrに保持する。この状態を適当な時間保持して、膜厚約50nmのWN_x膜9を形成する。

【0054】以上により、シリンダ型のキャパシタ103が完成する。

【0055】上記第1の実施の形態に係るキャパシタ103によれば、下部電極101の材料としてポリシリコン膜5を用いているので、シリンダ型のような複雑な形状のキャパシタ103を容易に作成することができる。

【0056】また、酸化タantal膜8に接してその上下にWN_x膜7、9を形成している。WN_x膜は酸素に対するバリア性を有しているため、酸化タantal膜8からの酸素の拡散を防止することができる。また、酸化タantal膜8の膜質を良い状態のまま保持することができるので、酸化タantal膜8を通して下部電極101と上部電極102の間に流れるキャパシタ103のリーク電流を抑制することができる。さらに、タングステン膜6の表面の酸化が防止されるので、キャパシタの容量の低下が防止される。

【0057】次に、タングステン膜6の表面を窒化した場合と窒化しない場合のそれぞれのTa₂O₅膜8とタングステン膜6の界面の変化についての実験結果を示す。

【0058】図4は、ドーブトアモルファスシリコン膜5上に形成されたタングステン膜6の表面を窒化せずに、タングステン膜6の上にTa₂O₅膜8を直に形成した場合のそれらの膜の窒素、シリコン、酸素、タングステン、タantalの各元素分布を示している。それらの膜の断面写真を図6と図7に示す。

【0059】一方、図5は、ドーブトアモルファスシリコン膜5上に形成されたタングステン膜6の表面を窒化することにより、タングステン膜6の上にWN_x膜7を

介してTa: Os 膜8を形成した場合のそれらの多層膜の窒素、シリコン、酸素、タングステン、タンタルの各元素分布を示している。それらの膜の断面写真を図8と図9に示す。

【0060】Ta: Os 膜8表面から下方への酸素分布について、図4の酸素分布は図5の酸素分布よりもなだらかに下降していることから、窒化タングステン膜7が酸素拡散を抑制していることが明らかになっている。なお、図4、図5において、タングステン膜よりも下側の酸素はシリコン膜表面の自然酸化膜を構成している。

【0061】なお、図4、図5の元素分析に用いた試料は、それぞれ基板温度を350℃に設定したTa: Os 膜8をN₂ Oプラズマによって窒化し、750℃の温度で3分間、加熱したものを用いている。また、図4、図5の元素分析は、オージェ電子分光法による分析結果である。

【0062】次に、キャパシタの下部電極となるタングステン膜の表面を窒化した場合と窒化しない場合のそれぞれのキャパシタのリーク電流を調べた。図10は、タングステン膜の表面を窒化した場合のキャパシタのリーク電流と印加電圧の関係を示し、図11は、タングステン膜の表面を窒化しない場合のキャパシタのリーク電流と印加電圧の関係を示している。

【0063】図10、図11から明らかなように、タングステン膜とTa: Os 膜の間に窒化タングステン膜が存在するキャパシタのリーク電流は、窒化タングステン膜が存在しないキャパシタのリーク電流よりも小さいことがわかる。

【0064】これらの実験によれば、本実施形態のキャパシタのTa: Os 誘電体膜の膜質は向上し、しかもキャパシタのリーク電流が低減することが明らかになる。

【0065】なお、上記実施の形態では、酸化タンタル膜8に接するバリア性を有する上部電極102としてWN_x膜9を用いているが、上部電極の形成前に既にTa: Os 膜の再酸化が行われているので、上部電極102としてWN_x膜9よりもバリア性の低いタングステン膜や窒化チタン(TiN)膜又はプラチナ(Pt)を用いることもできる。

【0066】また、図1(c)の工程において、タングステン膜を窒化するために、ジメチルヒドラジンを用いているが、ジメチルヒドラジンの代わりに、モノメチルヒドラジン、窒素、アンモニア等を用いることもできる。また、実施の形態ではこの反応ガスを熱により活性化しているが、これらをプラズマ化により活性化してもよい。

【0067】さらに、上記した例では、タングステン膜6の表面の酸化膜を除去した後にそのタングステン膜6の表面を窒化してWN_x膜7を成長したが、タングステン膜からその表面の窒化までの工程において、シリコン

表面の酸化膜除去の処理が不要になる。

【0068】また、本発明の酸化タンタル膜8に接するバリア金属膜7、9を下部電極101と上部電極102の両方に適用しているが、これに限らず、いずれか一方のみでもよい。

(第2の実施の形態) 図12は本発明の第2の実施の形態に係るシリンダ型のキャパシタの作成方法について示す断面図である。

【0069】第2の実施の形態において、第1の実施の形態と異なるところは、第1の実施の形態では、上部電極102をWN_x膜9から構成しているのに対して、第2の実施の形態では、図2(c)に示す処理を終えた後に、バリア金属としてTa: Os 膜8の上に薄いWN_x膜9aを形成した後に、WN_x膜9aの上にタングステン、窒化チタン、チタンなどの金属膜10を形成した点である。

【0070】したがって、上部電極を多層構造とする場合でも、WN_x膜9aによって酸素バリア性を確保してTa: Os 膜8からの酸素の抜けを防止できる。

【0071】なお、上記第2の実施の形態では、下部電極101a及び上部電極102aの両方にバリア金属膜を形成しているが、下部電極101aのみにバリア金属膜を形成してもよい。

【0072】また、下部電極101aとしてポリシリコン膜5の表面にTiN膜とTiNO膜を順に形成してこれらを酸素バリア膜として用いてもよい。さらに、上部電極102aとして、酸化タンタル膜8の上にTiNO膜とTiN膜の2層の膜を形成してもよい。

(第3の実施の形態) 図13は、本発明の第3の実施の形態に係るDRAMのキャパシタ部分について示す断面図であり、上記のキャパシタをDRAMに適用した例である。

【0073】図13を参照しながら、以下にDRAMの作成方法について説明する。

【0074】まず、LOCOS法により、シリコン基板1の素子分離領域に部分的にシリコン酸化膜12を形成する。

【0075】次いで、シリコン酸化膜からなるゲート酸化膜20を熱酸化により形成したのち、ポリシリコン膜を形成し、パターニングしてゲート電極21を形成する。

【0076】次に、全面にシリコン酸化膜3を形成した後、パターニングしてソース拡散領域2a上にコンタクトホール4を形成する。

【0077】次いで、第1の実施の形態で述べた方法により、コンタクトホール4を通してソース拡散領域2aと接続するキャパシタ103を形成する。

【0078】次に、CVD法により、キャパシタ103を被覆してシリコン酸化膜やPSG膜等からなる絶縁膜23を形成する。

(7)

特開平11-224938

11

【0079】その後、通常の工程を経て、本発明のキャパシタを備えたDRAMが形成される。

【0080】上記第3の実施の形態に係るキャパシタ103を備えたDRAMによれば、第1の実施の形態のキャパシタを備えているので、酸化タンタル膜8を通して下部電極101と上部電極102の間に流れるキャパシタ103のリーク電流を抑制することができる。

【0081】これにより、DRAMの高密度化を図ることができるとともに、省電力化を図り、信頼度の高いデータの記憶を行うことができる。

【0082】なお、上記第1及び第2の実施の形態では、n型のソース拡散領域2aに接続するキャパシタ103に適用しているが、p型のソース拡散領域に接続するキャパシタに適用することもできる。この場合には、下部電極のポリシリコン膜にはp型の不純物が導入される。

【0083】また、上記実施の形態ではキャパシタ誘電体膜の材料として酸化タンタルを用いているが、 TiO_2 、 Nb_2O_5 、 ZrO_2 を用いることもできる。

(第4の実施の形態) 図14、図15は、本発明の第4の実施の形態に係るMIM(metal insulator metal)構造のキャパシタの製造工程を示す断面図である。

【0084】まず、図14(a)に示すように、n型のシリコン基板11の表面にキャパシタ形成領域を囲むフィールド酸化膜(絶縁膜)12を形成する。このフィールド酸化膜12は、例えば窒化シリコンのマスクを使用する選択酸化法によって形成される。

【0085】キャパシタ形成領域の下側のシリコン基板11には、図5に示したように、燐又は砒素を導入した不純物拡散層2aを予め形成しておいてもよい。

【0086】続いて、図14(b)に示すように、不純物として燐又は砒素がドーパされた非晶質シリコン膜13を気相成長法(CVD法)によって50nmの膜厚に形成する。その不純物濃度は $1.5 \times 10^{17} \text{ atoms/cm}^3 \sim 1 \times 10^{22} \text{ atoms/cm}^3$ の範囲、例えば $1.4 \times 10^{21} \text{ atoms/cm}^3$ とする。

【0087】非晶質シリコン膜13はシラン(SiH_4)がスを使用して成長され、また、そのシランガスには、n型不純物用のソースガスであるアルシン(AsH_3)又はホスフィン(PH_3)が混合される。

【0088】なお、図14(b)に示す非晶質シリコン膜13は、フォトリソグラフィ法によりパターニングされてキャパシタ形成領域及びその周辺のフィールド酸化膜2の上に残した状態を示している。

【0089】次に、図14(c)に示すように、下地のシリコンによる還元反応を利用して、非晶質シリコン膜13の露出面上にタングステン膜14を70nm未満(例えば10nm)の厚さに選択成長する。タングステン膜14は、六フッ化タングステン(WF_6)ガスをを用いてCVD法によって成長する。このタングステン膜14を成長す

12

る雰囲気には成長ガスである WF_6 とキャリアガスとなるアルゴン(Ar)を導入するだけであって還元ガスであるシランガスは導入しない。

【0090】その後、タングステン膜14の表面を窒素雰囲気中に曝し、シリコン基板11の温度を500℃～850℃に設定することにより、タングステン膜14の表面を窒化して窒化タングステン(WN)膜15を成長する。この場合の窒素雰囲気の圧力を約10Torrに設定する。その窒化処理は、タングステン膜10の表面の酸化を防止するために形成されるものである。なお、窒素雰囲気に導入されるガスとしては例えば窒素、アンモニア、メチルヒドラジンがある。

【0091】次に、図15(a)に示すように、成長ガスとして $Ta(OC_2H_5)_5$ (ペンタエトキシタンタル)を用いて、窒化タングステン膜15及びフィールド酸化膜12の上に酸化タンタル(Ta_2O_5)膜16を成長する。その後、高速加熱処理(rapid thermal annealing)によって Ta_2O_5 膜16の結晶性を改善する。この場合の高速加熱処理の温度と処理時間は、500℃～900℃の範囲(例えば750℃)で180秒間の加熱とする。この時、タングステン膜14がシリサイド化するような反応は起こらない。

【0092】続いて、酸素プラズマ又は酸素含有ガスプラズマの酸化雰囲気中に Ta_2O_5 膜16を曝して酸素欠損を補う。 Ta_2O_5 膜16への酸素補給の処理は、例えば酸化雰囲気中に酸素ガスを200sccmの流量で導入し、基板温度を300℃～500℃の範囲(例えば350℃)とし、プラズマ領域に加える高周波パワーを300Wとして、 Ta_2O_5 膜16を酸素雰囲気中に曝す時間を約3分間とする。

【0093】なお、上記した Ta_2O_5 膜16の高速加熱処理と Ta_2O_5 膜16への酸素補給処理の工程を逆にしてもよい。

【0094】次に、 Ta_2O_5 膜16の上に窒化チタン(TiN)膜17をCVDによって50nmの厚さに形成する。続いて、窒化チタン膜17と Ta_2O_5 膜16をフォトリソグラフィ法によってパターニングし、図15(b)に示すように下部電極14、15を覆う範囲に残す。窒化チタン膜17のパターニングに使用するエッチング用の反応性ガスは、例えば塩素ガス又は塩素化合物ガスである。

【0095】なお、窒化チタン膜17をパターニングする後に、 Ta_2O_5 膜16をパターニングする工程を省略してもよい。

【0096】これにより、タングステン膜14及び窒化タングステン膜15を下部電極、 Ta_2O_5 膜16を誘電体膜、窒化チタン膜17を上部電極としたMIM型のキャパシタの基本構造が完成する。以上の複数の工程での主要なパラメータとその条件を表1に示す。

【0097】

(8)

特開平11-224938

13

14

【表1】

順	プロセス	パラメータ	本発明の条件
1	DASI成膜	ドーパ量	1.5E17以上
2	選択W成膜	成膜ガス	キャリアガスとWF ₆ のみ
3	窒化	温度	500℃以上
4	Ta ₂ O ₅	—	—
5 (6)	RTA	温度	500℃以上
6 (5)	O ₂ プラズマ	—	—

【0098】さらに、気化したTEOS（テトラエトキシシラン）を反応ガスとしてプラズマCVD法によって窒化チタン膜17を覆う酸化シリコンよりなる層間絶縁膜18を形成する。続いて、図15(c)に示すように、層間絶縁膜18をフォトリソグラフィーによりパターニングしてフィールド酸化膜12上にある窒化チタン膜17の一部を露出させる開口部18aを形成する。

【0099】その後、層間絶縁膜18の上に配線19を形成する。その配線19の一部は、開口部18aを通して窒化チタン膜17に接続される。その配線19は、下からチタン、窒化チタンの順に積層した第1の二層構造膜19aと、この上に形成されるアルミニウム膜と銅合金からなる第2の二層構造膜19bから形成されている。

【0100】以上のような工程によってシリコン基板11上にキャパシタを形成する工程が終了する。

【0101】なお、タングステン膜14の代わりにタンタル、チタン、モリブデン、コバルトのような高融点金属膜を用いてよい。これらの高融点金属膜を形成する際のソースガスは、高融点金属のハロゲン化物ガス、例えばTaCl₅、TiCl₄、MoF₆、CoF₃等を使用するが、高融点金属を形成する際にはシリコン化合物ガスを用いない。また、高融点金属ハロゲン化物ガスを導入するキャリアガスは、アルゴンに限るものではなく、ヘリウム、窒素などの不活性ガスを用いてもよい。

【0102】また、高融点金属膜の下にシリコン膜13としては上記した非晶質に限るものではなく、多結晶であっても単結晶であってもよい。さらに、シリコン膜13の代わりに炭素含有シリコンのようなシリコン系半導体膜を用いてもよい。

【0103】さらに、誘電体膜としてはTa₂O₅に限るものではなく、4A族元素酸化物（例えば、TiO₂）、5A族元素酸化物（例えば、NbO₅）を用いてもよい。

【0104】ところで、上記したように、非晶質シリコン膜13の不純物濃度を 1.5×10^{17} atoms/cm³以上にするとともに、成長ガスにシランを加えずにタングステン膜14を形成したところ、その後の工程における熱処理、即ちタングステン膜14の表面の窒化時の熱又はTa₂O₅膜16の酸化処理時の熱によってタングステン膜14がその下のシリコン膜13と反応せず、これによりタングステン膜14はシリサイド化されなかった。

【0105】例えば、 1.4×10^{21} atoms/cm³の砒素*50

*又は砒の濃度を有する非晶質シリコン膜を形成し、その上にタングステン膜を形成した後に、減圧雰囲気中で基板温度を750℃に設定してタングステン膜と非晶質シリコン膜を30分間加熱して試料1を形成した。この試料1をXRD（X-ray diffraction）スペクトラム測定したところ、図16に示すように、タングステンシリサイドを示す角度2θにはピークが存在しなかった。

【0106】これに対して、従来のように、 1.5×10^{17} atoms/cm³未満の砒素又は砒の不純物濃度を有する非晶質シリコン膜の上にタングステン膜を形成した後に、減圧雰囲気中でタングステン膜と非晶質シリコン膜を750℃で30分間加熱して試料2を形成した。この試料2をXRDスペクトラム測定したところ、図17に示すように、タングステンシリサイドを示す角度2θにはピークが存在し、(002)面と(101)面と(103)面の面方位を有するタングステンシリサイド(WSi)の存在が確認された。

【0107】なお、試料1、2でのタングステン膜は、WF₆ガスとアルゴンガスを用いて形成したものをを用いている。

【0108】次に、本実施形態のように、シランガスを使用せずにWF₆ガスとキャリアガスのみを反応室内に導入する条件で、CVD法によってタングステン膜を非晶質シリコン膜の上に形成した後に、減圧雰囲気中でタングステン膜と非晶質シリコン膜を750℃で30分間加熱した。これにより得られた試料3をXRDスペクトラム測定したところ、図18に示すように、タングステンシリサイドを示す角度2θにはピークが存在しなかった。

【0109】次に、従来のように、SiH₄ガスとWF₆ガスとアルゴンガスを反応室内に導入する条件で、CVD法によりタングステン膜を非晶質シリコン膜の上に形成した後に、減圧雰囲気中でタングステン膜と非晶質シリコン膜を基板温度750℃で30分間加熱した。これにより得られた試料4をXRDスペクトラム測定したところ、図19に示すように、タングステンシリサイドを示す角度2θにはピークが存在し、(101)面と(110)面と(103)面の面方位を有するタングステンシリサイド(WSi)の存在が確認された。

【0110】なお、試料3、4における非晶質シリコン膜の不純物濃度は 1.4×10^{21} atoms/cm³とした。

【0111】ところで、試料1～4では、非晶質シリコ

(9)

特開平11-224938

15

ン膜の上にタングステン膜を形成したが、タングステン膜の代わりにタンタル、チタン、モリブデン、コバルトのような高融点金属膜を用いても同じような結果が得られる。

【0112】なお、上記したキャパシタ及びその形成方法はDRAMなどの揮発性半導体装置に用いられる。また、本実施形態のように、 1.5×10^{17} atoms/cm³以上の不純物濃度のシリコン膜の上に還元性ガスを導入せずにCVD法により形成された高融点金属膜は、その上に形成される別の金属膜とシリコン膜の間でバリアメタルとして利用することもできる。

【0113】シリコン膜の上でのタングステンシリサイドの発生は、以下に述べるように、タングステン膜の加熱温度とシリコン膜の不純物濃度に影響される。

【0114】まず、タングステン膜は、濃度 1×10^{20} atoms/cm³の不純物含有非晶質シリコン(DASI)膜の上に形成され、その後、タングステン膜と非晶質シリコン膜は30秒間、400℃、600℃、800℃の基板温度の条件で加熱される。タングステン膜の下の状態をXRDスペクトラム解析法によって測定すると、図20に示すように、加熱温度400℃と600℃ではタングステンシリサイド(WSi)を示す角度 2θ のピークがみられなかった。しかし、800℃の加熱温度ではWSiを示すピークが存在した。

【0115】次に、タングステン膜は、濃度 5×10^{20} atoms/cm³の不純物含有非晶質シリコン(DASI)膜の上に形成され、その後、タングステン膜と非晶質シリコン膜は30秒間、400℃、600℃、800℃の基板温度の条件で加熱される。タングステン膜の下の状態をXRDスペクトラム解析法によって測定すると、図21に示すように、加熱温度400℃と600℃ではタングステンシリサイド(WSi)を示す角度 2θ のピークがみられなかった。しかし、800℃の加熱温度ではWSiを示すピークが存在した。

【0116】さらに、タングステン膜は、濃度 1×10^{21} atoms/cm³の不純物含有非晶質シリコン(DASI)膜の上に形成され、その後、タングステン膜と非晶質シリコン膜は30秒間、400℃、600℃、800℃の基板温度の条件で加熱される。タングステン膜の下の状態をXRDスペクトラム解析法によって測定すると、図22に示すように、加熱温度400℃、600℃、800℃のいずれもタングステンシリサイド(WSi)を示す角度 2θ のピークがみられなかった。

(第5の実施形態)図23は、本発明の第5実施形態のキャパシタを示す断面図である。

【0117】図23に示すように、ルテニウム金属膜30はTa₂O₅膜16と窒化タングステン膜15の間に形成されている。

【0118】Ta₂O₅膜16をルテニウム金属膜30の上に形成する際に、酸素がルテニウム金属膜30を透過し

16

て窒化タングステン膜15に供給される。もし、窒化タングステン膜15が存在しない場合には、タングステン膜14を透過したシリコンは酸素と反応する。この結果、酸化シリコンがタングステン膜14の上に形成されることになる。

【0119】本実施形態では、窒化タングステン膜(高融点窒化膜)15とタングステン膜(高融点膜)14がシリコン膜13とルテニウム金属膜30の間に形成されているので、窒化タングステン膜15は酸素がタングステン膜14に供給されることを阻止することになる。

【0120】還元ガスを有しない雰囲気の中で、 1.5×10^{17} atoms/cm³又はそれ以上の不純物濃度を有するシリコン膜の上に形成されるタングステン膜14は、バリアメタルとして使用される。そして、窒化タングステン膜15もバリアメタルとして使用される。

【0121】なお、上記した各実施形態において、タングステン膜の上の窒化タングステン膜をCVD法によって形成してもよい。

【0122】

【発明の効果】以上述べたように本発明によれば、酸素を含むキャパシタ誘電体膜と接する下部電極の隔壁誘電体膜として窒化タングステン膜を形成しているため、キャパシタ誘電体膜から周辺部への酸素の拡散を抑制してその膜質が保持される。

【0123】また、キャパシタの下部電極の基体部分に半導体膜を用いているので、キャパシタとしてシリンド型のような複雑な構造のものを作成することができる。

【0124】これにより、複雑な構造のキャパシタを作成することができるとともに、キャパシタ全体のリーク電流を抑制することができる。

【0125】また、別の本発明によれば、 1.5×10^{17} atoms/cm³以上の不純物を含むシリコンよりなる半導体膜の上に高融点金属膜を形成する場合に、シリコン化合物ガスのような還元ガスを含まない雰囲気中で高融点金属ハロゲン化合物ガスを用いるようにしたので、その後の500℃以上の加熱工程において、半導体膜の構成元素と高融点金属膜との反応が防止され、高融点金属膜の表面で半導体の酸化物の形成を防止できる。この結果、上部電極と下部電極の間の誘電率の低下を阻止し、キャパシタ容量の低下を防止できる。

【0126】また、高融点金属膜と高融点金属窒化膜を、シリコン膜とその上の金属膜の間に形成することによって、バリアメタルとして利用することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】図1(a)～(c)は、本発明の第1実施形態に係るキャパシタの作成工程を示す断面図(その1)である。

【図2】図2(a)～(c)は、本発明の第1実施形態に係るキャパシタの作成工程を示す断面図(その2)である。

50

(10)

特開平11-224938

17

18

【図3】図3は、本発明の第1の実施形態に係るキャパシタの作成方法について示す断面図（その3）である。

【図4】図4は、従来のキャパシタにおいて、タングステン膜の表面を窒化せずに、タングステン膜の上にTa₂O₅膜を直に形成した場合のそれらの膜中の構成元素の膜厚方向の分布図である。

【図5】図5は、本発明の第1実施形態のキャパシタにおいて、タングステン膜の表面を酸化して、タングステン膜の上に窒化タングステン膜を介してTa₂O₅膜を形成した場合のそれらの膜中の構成元素の膜厚方向の分布図である。

【図6】図6は、従来のキャパシタを構成する膜の断面写真である。

【図7】図7は、図6を模式化した図面である。

【図8】図8は、本発明の第1実施形態のキャパシタを構成する膜の断面写真である。

【図9】図9は、図8を模式化した図面である。

【図10】図10は、本発明の第1実施形態に係るキャパシタのリーク電流と印加電圧の関係を示す図である。

【図11】図11は、従来のキャパシタのリーク電流と印加電圧の関係を示す図である。

【図12】図12は、本発明の第2実施形態に係るキャパシタの作成工程を示す断面図である。

【図13】図13は、本発明の第3実施形態に係るDRAMのキャパシタの部分を示す断面図である。

【図14】図14(a)～(c)は、本発明の第4実施形態に係るキャパシタの作成工程を示す断面図（その1）である。

【図15】図15(a)～(c)は、本発明の第4実施形態に係るキャパシタの作成工程を示す断面図（その2）である。

【図16】図16は、本発明の第4実施形態のキャパシタの製造工程において、高い不純物濃度のシリコン膜の上に形成したタングステン膜とシリコン膜の加熱後のXRDスペクトラムである。

【図17】図17は、従来のキャパシタの製造工程において、低い不純物濃度のシリコン膜の上に形成したタングステン膜とシリコン膜の加熱後のXRDスペクトラムである。

【図18】図18は、本発明の第4実施形態のキャパシタの製造工程において、シランを用いずに成長したタングステン膜とその下のシリコン膜の加熱後のXRDスペクトラムである。

【図19】図19は、従来のキャパシタの製造工程において、シランを用いて成長したタングステン膜とその下のシリコン膜の加熱後のXRDスペクトラムである。

【図20】図20は、本発明のキャパシタの製造工程において、 1×10^{20} atoms/cm³の不純物濃度を有するシリコン膜とタングステン膜形成後の加熱温度によるタングステンシリサイドの発生を示す図である。

【図21】図21は、本発明のキャパシタの製造工程において、 5×10^{20} atoms/cm³の不純物濃度を有するシリコン膜とタングステン膜形成後の加熱温度によるタングステンシリサイドの発生を示す図である。

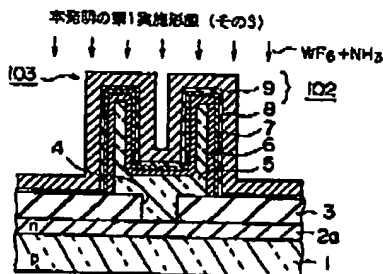
【図22】図22は、本発明のキャパシタの製造工程において、 1×10^{21} atoms/cm³の不純物濃度を有するシリコン膜とタングステン膜形成後の加熱温度によるタングステンシリサイドの発生を示す図である。

【図23】図23は、本発明の第5実施形態のキャパシタを示す断面図である。

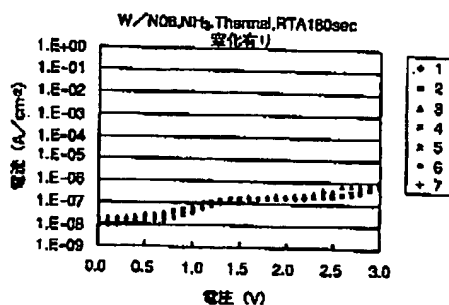
【符号の説明】

1…シリコン基板、2 a…ソース拡散領域、2 b…ドレイン拡散領域、3…絶縁膜、4…コンタクトホール、5…ポリシリコン膜、6…タングステン膜、7、9…窒化タングステン膜（バリアメタル膜）、8…酸化タンタル膜、10 1、10 1 a…下部電極、10 2、10 2 a…上部電極、10 3、10 3 a…キャパシタ、11…シリコン基板（半導体基板）、12…フィールド酸化膜、13…シリコン膜、14…タングステン膜、15…窒化タングステン膜、16…Ta₂O₅膜、17…窒化チタン膜、18…層間絶縁膜、30…ルテニウム金属膜。

【図3】



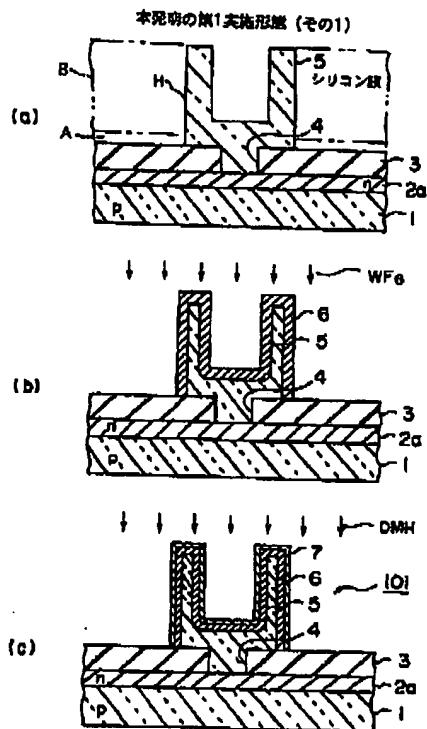
【図10】



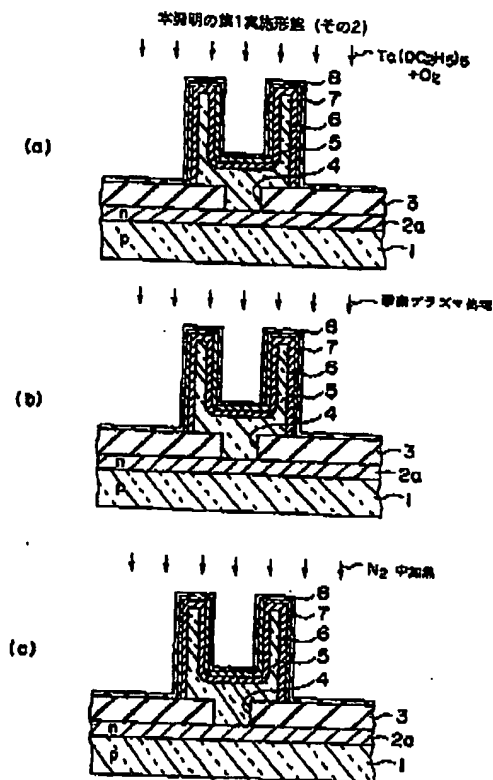
(1 1)

特開平11-224938

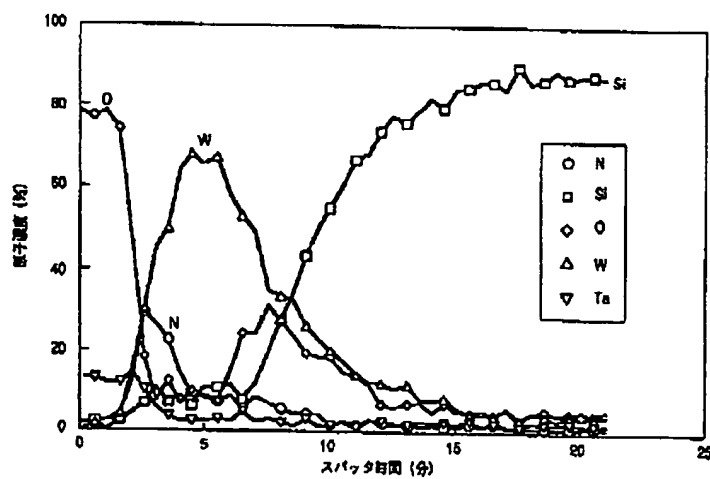
【図1】



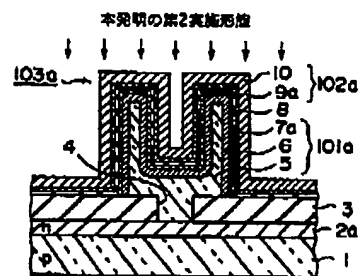
【図2】



【例4】



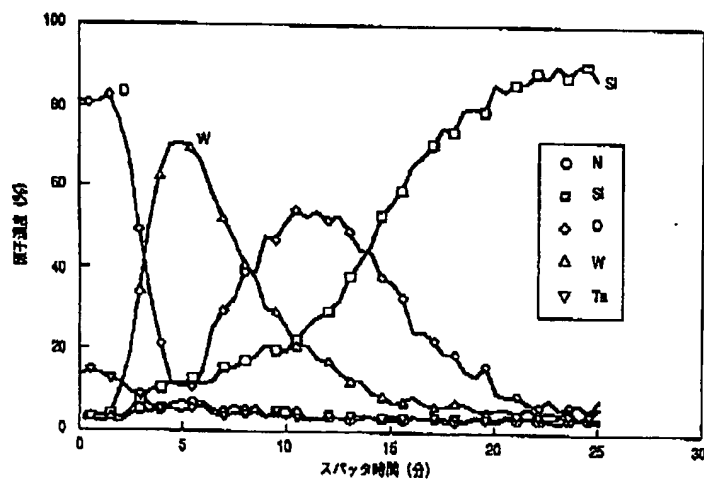
【図12】



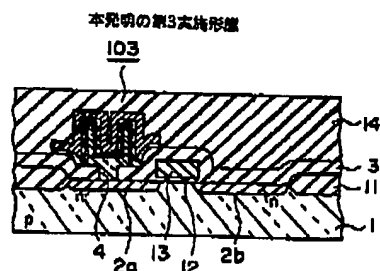
(12)

特開平11-224938

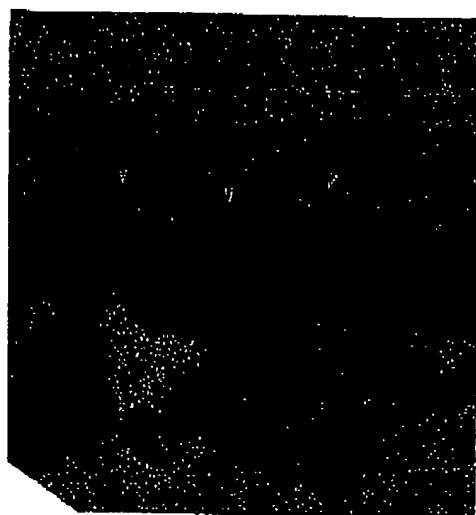
【図5】



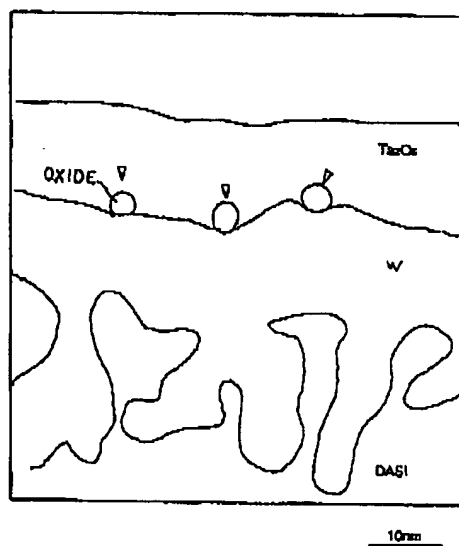
【図13】



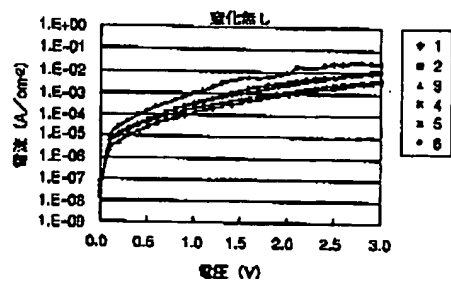
【図6】



【図7】



【図11】



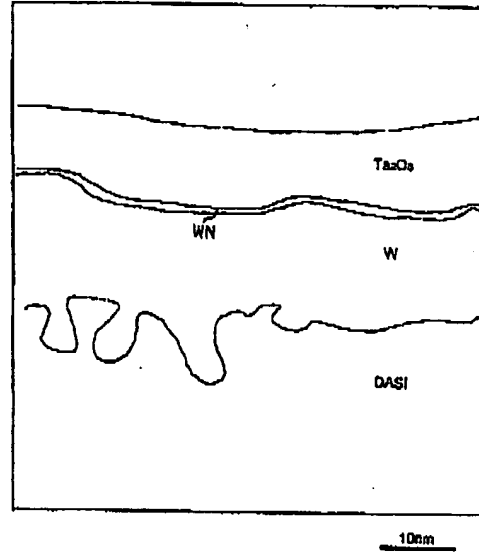
(13)

特開平11-224938

【図8】

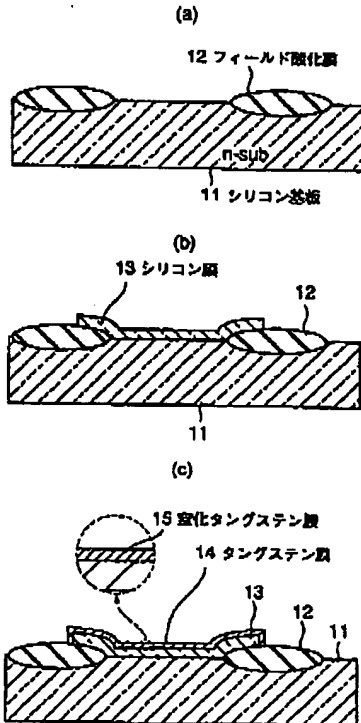


【図9】



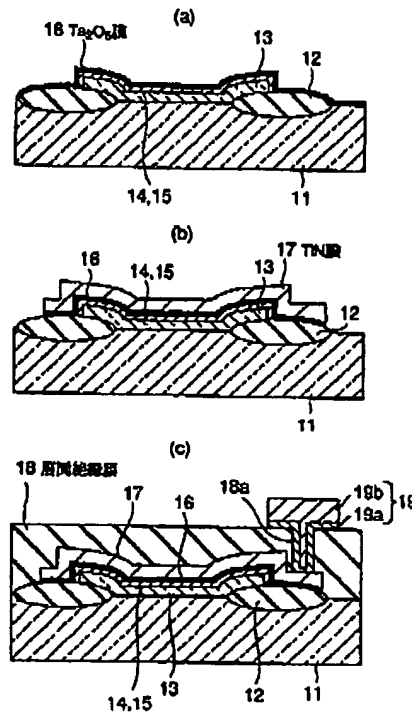
【図14】

本発明の第4実施形態（その1）



【図15】

本発明の第4実施形態（その2）



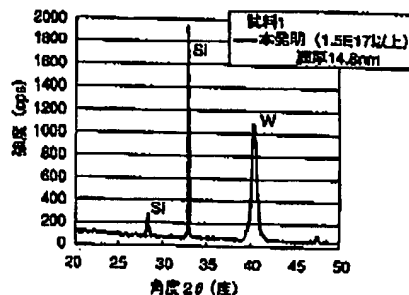
BEST AVAILABLE COPY

(14)

特開平11-224938

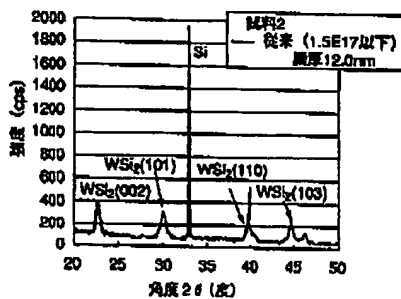
【図16】

本発明の第4実施形態のシリコン不純物濃度
に依存するタングステン膜のXRDスペクトラム



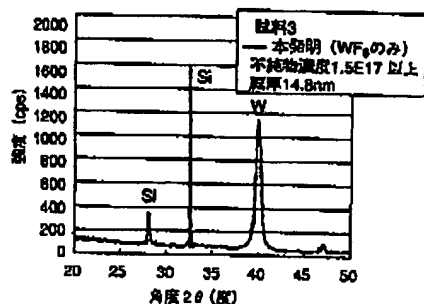
【図17】

従来技術のシリコン不純物に依存する
タングステン膜のXRDスペクトラム



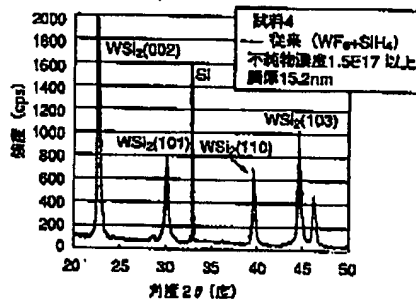
【図18】

本発明の第4実施形態のタングステン膜成長法に
依存するW膜とSi膜のXRDスペクトラム

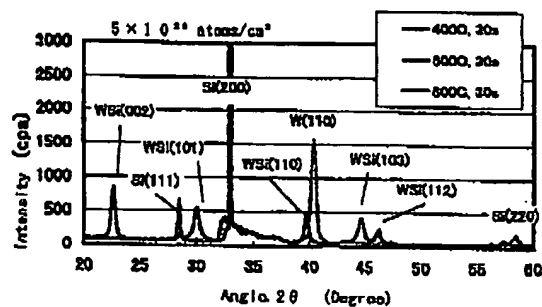
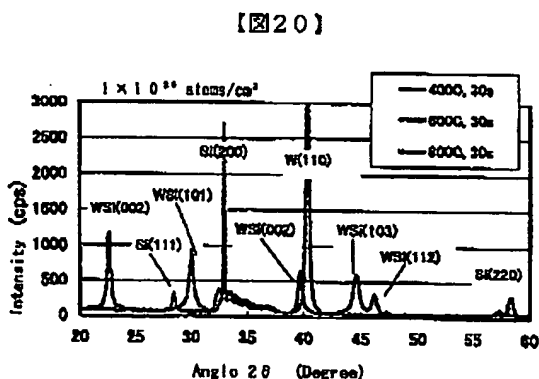


【図19】

従来のタングステン膜成長法に
依存するW膜とSi膜のXRDスペクトラム



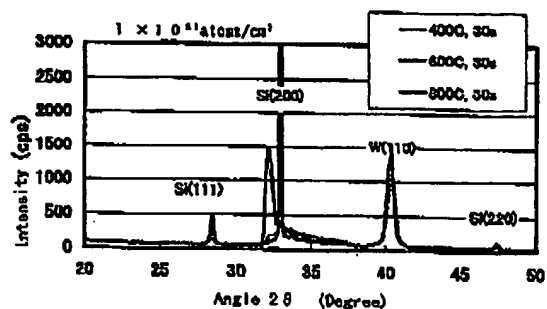
【図21】



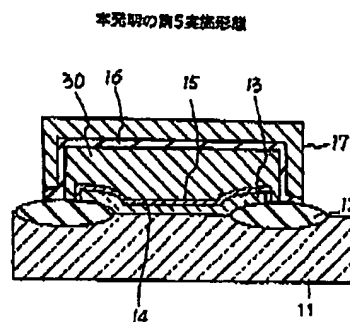
(15)

特開平11-224938

【図22】



【図23】



フロントページの続き

(72)発明者 鈴木 寿哉
神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
1号 富士通株式会社内

(72)発明者 助川 孝江
神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
1号 富士通株式会社内